

- 1. justificación de la solución adoptada
- 2. descripción de la estructura
- 3. acciones de la edificación
  - permanentes
  - variables
  - combinación de hipótesis
- 4. cálculo
  - predimensionado
  - architrave
- 5. deformada
- 6. fichas técnicas
- 7. esquemas de armados
- 8. documentación gráfica



## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se toma como partida la restauración de las naves originales de la bodega, manteniendo la estructura y cerramientos al máximo posible.

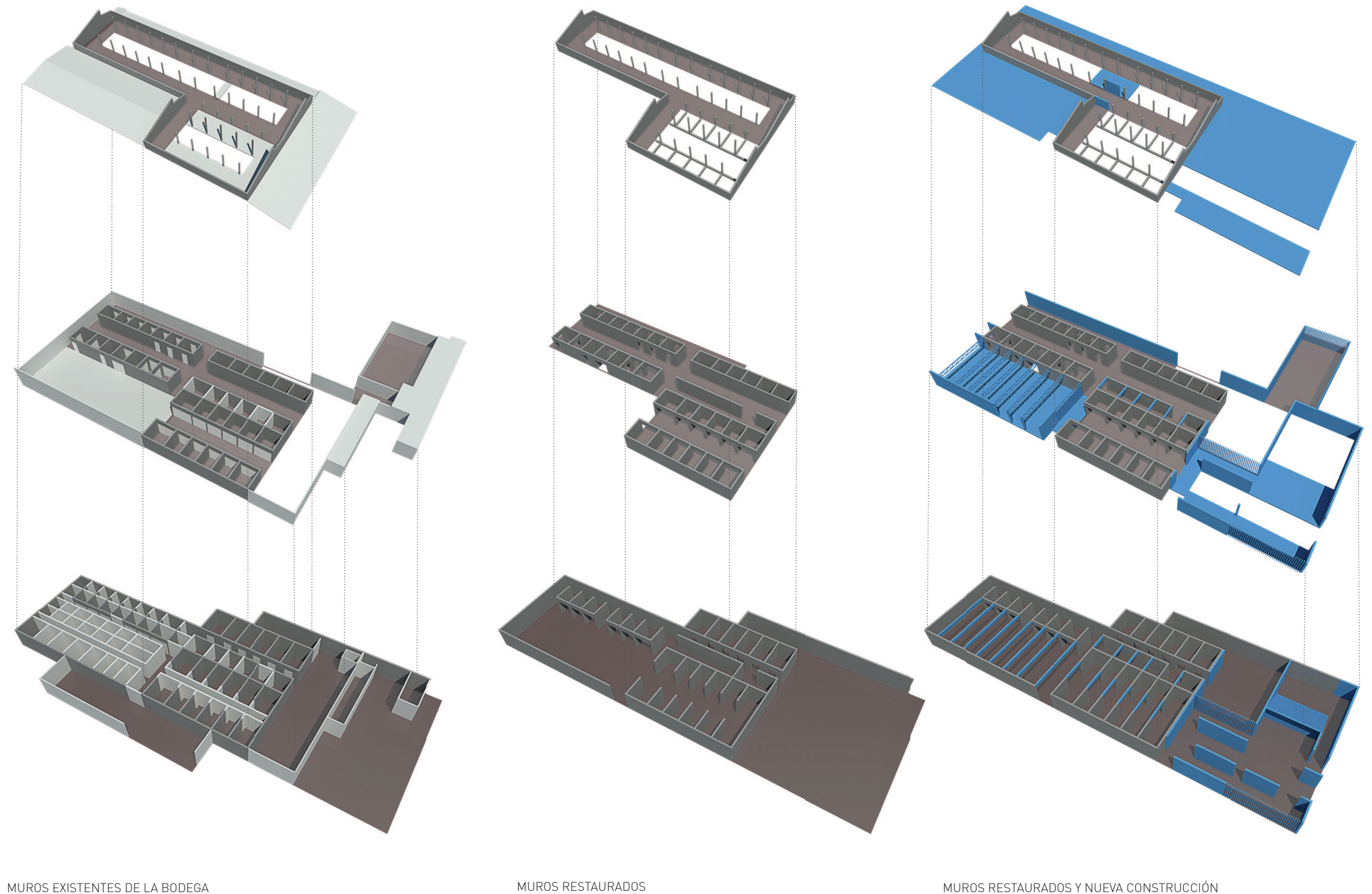
Se mantiene el uso industrial en las naves de la bodega y el acceso de camiones y trabajadores. Sin embargo, por necesidad de programa, se añade un volumen donde se encuentran los nuevos usos.

Dicho volumen abraza la bodega existente, siendo más fino en los laterales y creándose una pieza nueva en el azado norte. Que contiene el programa dedicado al público como sala de conferencias, tienda y exposiciones.

Se mantiene la volumetría de la nave añadida posteriormente a la bodega. Al ser nueva construcción, alberga usos públicos como el restaurante y la bodega.

En los diagramas siguientes se muestra el proceso de la estructura restaurada y los volúmenes añadidos en azul.

La solución adoptada para la nueva estructura es de muros de hormigón. El motivo de este material es el diferenciar lo pre-existente de la nueva construcción, pero a su vez mantener el lenguaje estructural de muros. No obstante, en el volumen principal de nueva construcción, la dirección de los muros está en perpendicular a la dirección de los muros pre-existentes, y así diferenciar también espacialmente las dos construcciones.



2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Elementos verticales

Se trabaja con muros de hormigón visto como elementos portantes. Se trata de muros de hormigón armado de 30 cm de espesor, que serán vistos tanto al interior como al exterior. También aparecen pilares en sustitución a los muros en zonas donde es necesario abrir visualmente, no obstante solo ocurre en el piso superior de administración y en la zona de la cafetería. Por último, el muro que separa el espacio público de la sala de máquinas, se sustituye por un tramado de perfiles metálicos de 200x100cm. Estructuralmente trabajan como el muro pero admiten una relación visual directa entre los dos espacios.

Elementos horizontales

Los elementos horizontales de la estructura se resuelven mediante un forjado unidireccional de viguetas y bovedillas. La cubierta se resuelve del mismo modo, excepto en el lucernario que se encuentra sobre la doble altura del vestíbulo. En dicho lucernario aparecen unos nervios que sujetan el peso con las mismas características que los elementos estructurales horizontales. En cuanto al forjado de la sala de conferencias se opta por una losa de hormigón armado apoyada sobre los muros laterales. Por último, en la nave que alberga el restaurante y catas, se opta por una nueva cubierta de cerchas para no perder su lenguaje original.

Cimentación

Zapatas corridas, teniendo en cuenta que hay una cimentación existente, la zapata cercana a la preexistencia será excéntrica para no interferir con ella.

La estructura tanto del SPA como de los elementos del hotel se resuelven del mismo modo, siguiendo un único lenguaje en toda la intervención. A diferencia del resto de edificación, los módulos de la habitación de hotel tienen una cimentación de losa, por ser de tamaño reducido.



3. ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN

Según el CTE, las acciones se clasifican principalmente por su variación en el tiempo en:

- acciones permanentes (DB←SE←AE 2)
- acciones variables (DB←SE←AE 3)
- acciones sísmicas o accidentales (NCSE←02)

Se van a considerar las dos primeras acciones, permanentes y variables, dado que el proyecto no se encuentra en zona de riesgo sísmico.

3.1 CARGAS PERMANENTES

Peso propio

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos , revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y mobiliario fijo como los anclajes de bicis, o bancos.

El valor característica del peso propio de los elementos constructivos, se determinará en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

En general, y salvo indicación contraria a lo largo de este capítulo, se adoptarán los valores característicos para las cargas permanentes indicadas en el anejo C (tablas C1 a C6) del CTE DB-SE-AE.

- Materiales
- Hormigón HA-35/B16/IIIa
  - Resistencia Característica: 35 N/mm2/
  - Coeficiente de minoración: 1,5
  - Consistencia: Blanda
  - Asiento Cono Abrahams: 6-9cm
  - Máxima relación a/c: 0,5
  - Mínimo contenido de cemento: 300kg/m3/
  - Tipo de ambiente (agresividad): IIIa
  - Recubrimiento nominal: 30mm (marcado por la norma)
  - Sistema de Compactación: Vibrado
  - Acero armaduras Acero B400-S
  - Límite elástico: 400 N/mm2/
  - Nivel de control previsto: Normal
  - Coeficiente de minoración: 1,15

Cargas permanentes sobre la estructura

Densidades volumétricas (pesos específicos)	[kN/m3]
Hormigón armado	25,00 kN/m3
Acero	78,50 kN/m3
Vidrio	25,00 kN/m3
Madera ligera - pesada	4,00 – 12,00 kN/m3
Cargas superficiales (pesos específicos)	[kN/m2]
Forjado unidireccional 0,30m canto	3,75 kN/m2
Losa maciza canto 0,20m	5 kN/m2
Solado pesado (placas de piedra)	1,5 kN/m2
Falsos techos e Instalaciones colgadas medias	0,5 kN / m2
Cubierta plana aligerada	1,5 kN / m2
Tabique simple	1 kN / m2

Cargas permanentes más habituales en estructuras de edificación		
Densidades volumétricas (pesos específicos) – [kN/m³]		
Hormigón armado	25,00	kN/m³
Acero	78,50	kN/m³
Vidrio	25,00	kN/m³
Madera ligera - pesada	4,00 – 12,00	kN/m³
Cargas superficiales (pesos propios) – [kN/m²]		
Peso propio del forjado (depende de la tipología)	(Ver fichas)	
Solado ligero (lámina pegada o moqueta < 3cm)	0,50	kN/m²
Solado medio (madera, cerámico o hidráulico sobre plastón < 8cm)	1,00	kN/m²
Solado pesado (placas de piedra, grandes espesores, ...)	1,50	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas ligeras	0,25	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas medias	0,50	kN/m²
Falsos techos e instalaciones colgadas pesadas	0,75	kN/m²
Instalaciones distribuidas uniformemente en toda la cubierta	1,50	kN/m²
Instalaciones concentradas en una porción de la cubierta	3,00	kN/m²
Cubierta inclinada ligera (faldones de chapa, tablero o paneles ligeros)	1,00	kN/m²
Cubierta inclinada media (faldones de placas, teja o pizarra)	2,00	kN/m²
Cubierta inclinada pesada (faldones sobre tableros y tabiques palomeros)	3,00	kN/m²
Cubierta plana ligera (recrecido con impermeabilización vista protegida)	1,50	kN/m²
Cubierta plana media	2,00	kN/m²
Cubierta plana pesada (a la catalana o invertida con capa de gravas)	2,50	kN/m²
Cargas lineales (tabiquería pesada, fachadas y medianeras) – [kN/m *] por metro de altura libre		
Tablero o tabique simple < 9cm	1,00	kN/m *
Tabicón u hoja simple de albañilería < 14cm	1,70	kN/m *
Hoja de albañilería exterior y tabique interior < 25cm	2,40	kN/m *

TIPO	CARACTERÍSTICAS	INTEREJE [m]	LUZ L [m]	CANTO H [m]	PESO P [kN/m²]	COSTE C [EUR/m²]
Viguetas de hormigón	Valores posibles	0.50 - 0.80	<6.50	0.20 - 0.35	2.75 - 4.75	30 – 50
	Valores más habituales (recomendables)	0.70	4.50 - 6.00	0.25 - 0.30	3.25 - 3.75	35 – 45
UNIDIRECCIONAL	Es el tipo de forjado más económico y habitual. Con doble vigueta se puede mejorar el comportamiento entre un 10% y un 20%. Es posible usarlo con vigas de acero o de hormigón, y planas o de canto. Con viga plana de hormigón armado no conviene pasar de 6.00m. Se pueden conseguir voladizos entre 6 y 8 veces el canto. Si es semivigueta armada necesita apuntalamiento, si es vigueta autorresistente puede no necesitarlo.			H = L / [18 - 22]	P = H * [11 - 14]	C = 20 (encofrado) + H * [60 - 90]

TIPO	CARACTERÍSTICAS	INTEREJE [m]	LUZ L [m]	CANTO H [m]	PESO P [kN/m²]	COSTE C [EUR/m²]
Losa maciza	Valores posibles		< 10.00	0.15 - 0.40	2.25 - 10.00	50 - 100
	Valores más habituales (recomendables)		3.00 - 8.00	0.20 - 0.30	5.00 - 7.50	60 - 80
BIDIRECCIONAL	Es un forjado para luces medias o bajas, debido a su elevado peso propio. Es el forjado que mejor se adapta a un contorno (o distribución de huecos) complejo. Requiere de apuntalamiento completo. Se puede apoyar directamente sobre los soportes de acero u hormigón.			H = L / [24 - 30]	P = H * [25]	C = 20 (encofrado) + H * [180 - 200]



3.2 ACCIONES VARIABLES

Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de uso. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.

Sobrecargas de uso según CTE DB←SE←AE artículo 3.1.1 ← Tabla 3.1

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso					
Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospi- tales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excep- ción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para con- servación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
			Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

- C Zonas de acceso al público
- C3 zonas sin obstaculos que impidan el libre movimiento como vestibulos, administrativos o salas de exposición

5 KN/m2
- C2 zonas con asiento fijos

4 KN/m2
- G Cubiertas accesibles unicamente para conservación
- G1 cubiertas con inclinación inferior a 20º

1 KN/m2
- G1 cubiertas ligeras sobre correas (sin forjados)

1 KN/m2

Viento

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, qe puede expresarse como:

qe = qb · ce · cp

Según CTE DB-SE-AE artículo 3.3.2 se puede tomar de forma simpliciada como valor qb = 0,5 KN/m en cualquier punto del territorio español.

qe = qb · ce · cp (3.1)

siendo:

- qb la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territo- rio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.
- ce el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuer- do con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.
- cp el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie res- pecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

No obstante, al ser un edificio de baja altura y grandes pantallas de hormigón armado en ambas direcciones, el viento se puede despreciar en los cálculos.

Nieve

La acción de la nieve se considera como una carga vertical por unidad de superficie en proyección horizontal de las superficies de cubierta.

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de CTE DB-SE-AE artículo 3.5.2 ← Tabla 3.8

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas								
Capital	Altitud m	sk kN/m²	Capital	Altitud m	sk kN/m²	Capital	Altitud m	sk kN/m²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebastián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5

Por la localización geográfica de La Portera, consideramos que la capital más cercana y con igualdad de altitud es Albacete. Por ello obtenemos una sobrecarga de 0,6 KN/m2.

3.3.1 COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS (ELU)

cargas en forjado planta baja

cargas permanentes	
peso propio	3,75 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solado grueso	1,5 KN / m2
tabiquería	1,0 KN /m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	5 KN / m2
total qd= (6,75 · 1,5) + (5 · 1,35) =	16,90 KN / m2

cargas en forjado cubierta

cargas permanentes	
peso propio	3,75 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solución cubierta plana	1,5 KN / m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	1 KN / m2
nieve	0,6 KN / m2
total qd= (5,75 · 1,5) + (1,60 · 1,35) =	10,80 KN / m2

cargas losa conferencias

cargas permanentes	
peso propio	5 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solado medio (madera)	1 KN / m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	4 KN / m2
total qd= (6,5 · 1,5) + (4 · 1,35) =	15,15 KN / m2

3.3.2 COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS (ELS)

cargas en forjado planta baja

cargas permanentes	
peso propio	3,75 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solado grueso	1,5 KN / m2
tabiquería	1,0 KN /m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	5 KN / m2
total qd= 6,75 + 5 · =	11,75 KN / m2

cargas en forjado cubierta

cargas permanentes	
peso propio	3,75 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solución cubierta plana	1,5 KN / m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	1 KN / m2
nieve	0,6 KN / m2
total qd= 5,75 + 1,60	7,35 KN / m2

cargas losa conferencias

cargas permanentes	
peso propio	5 KN / m2
instalaciones peso medio	0,5 KN / m2
solado medio (madera)	1 KN / m2
cargas variables	
sobrecarga de uso	4 KN / m2
total qd= 6,5 · + 4 · =	10,50 KN / m2

COMBINACIÓN DE CARGAS

Para la realización de las hipótesis se ha tenido en cuenta tanto los coecifientes de mayor-ación de las acciones como los coecifientes de simultaneidad.  
Dado que la sobrecarga de uso resulta mucho mayor que la producida por el viento y la nieve se llega a la conclusión que será ésta la que domine sobre las otras. Es el programa Architrave, utilizado para el cálculo, el encargado de seleccionar la combinación más des-favorable.

Estados Límites Últimos (ELU)

Tipo de acción	Situación permanente o transitoria		Situación accidental	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
G permanente	$\gamma G= 1,00$	$\gamma G= 1,35$	$\gamma G= 1,00$	$\gamma G= 1,00$
G' perm.no const.	$\gamma G'= 1,00$	$\gamma G'= 1,50$	$\gamma G'= 1,00$	$\gamma G'= 1,00$
Q variable	$\gamma Q= 0$	$\gamma Q= 1,50$	$\gamma Q= 0,00$	$\gamma Q= 1,00$
Accidental			$\gamma A= 1,00$	$\gamma A= 1,00$

Estados Límites de Servicio (ELS)

Tipo de acción		
	Favorable	Desfavorable
G permanente	$\gamma G= 1,00$	$\gamma G= 1,00$
G' perm.no const.	$\gamma G'= 1,00$	$\gamma G'= 1,00$
Q variable	$\gamma Q= 0$	$\gamma Q= 1,00$

Los coecifientes de simultaneidad para sobrecargas serán los siguientes:

	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$
Zonas destinadas al público	0,70	0,70	0,60
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento	0,00	0,00	0,00

Para nieve serán:

	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$
Nieve altitud < 1000 m.	0,50	0,50	0,00

Las situaciones consideradas serán las siguientes:

Estados Limite Ultimos:

Situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_PP_k+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i}$$

Situaciones accidentales:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_PP_k+\gamma_AA_k+\gamma_{Q,1}\psi_{1,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Estados Limite de Servicio:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_PP_k+\gamma_{Q,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,1}Q_{k,i}$$

Combinacion frecuente (acciones de corta duracion que pueden ser reversibles)

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_PP_k+\gamma_{Q,1}\Psi_{1,1}Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Combinacion cuasi permanente (acciones de larga duracion)

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}G^*_{k,j}+\gamma_PP_k+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

4. CÁLCULOS

4.1 MÉTODO DE CÁLCULO

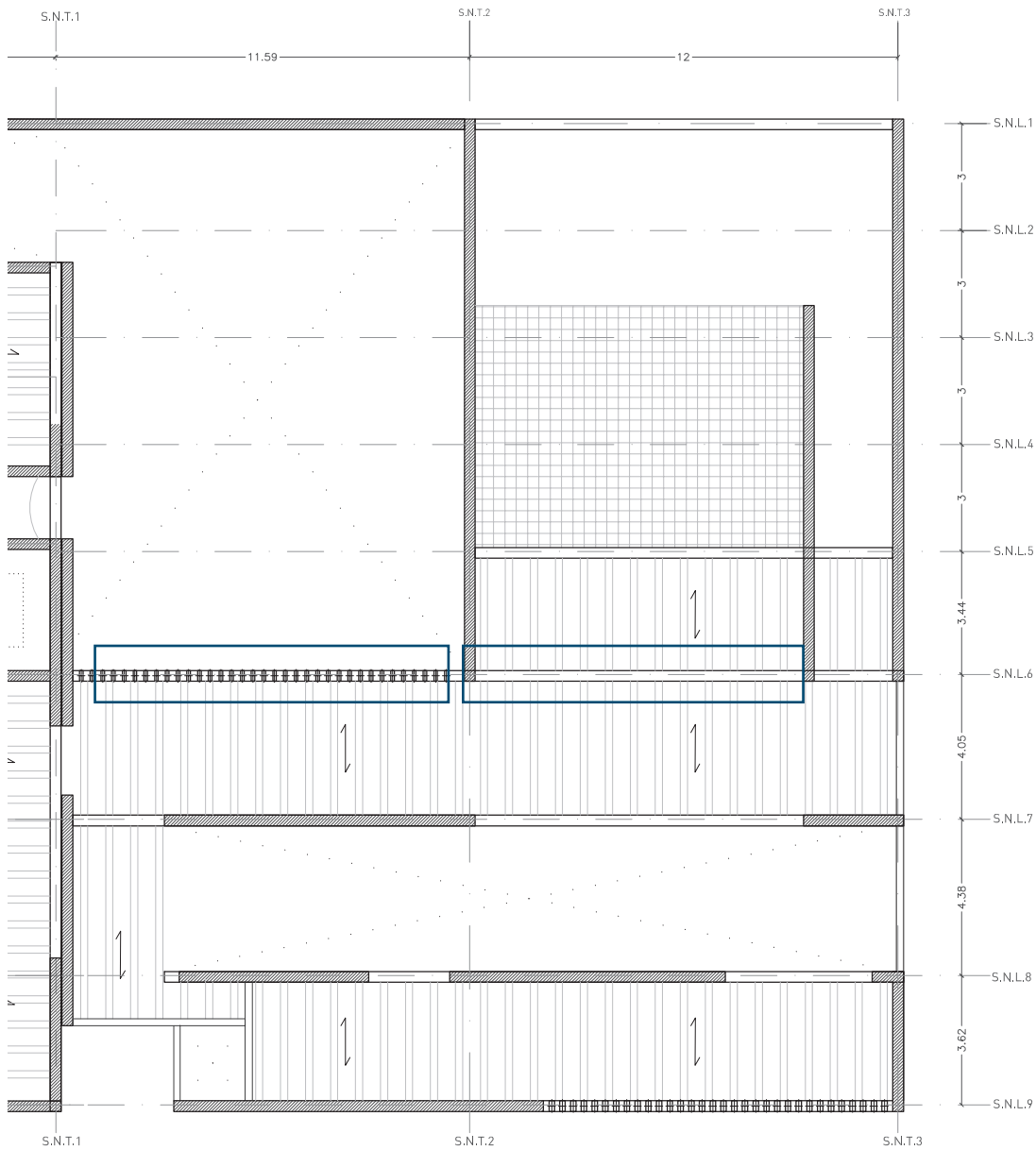
Los elementos tipo barra han sido modelizados espacialmente, como ejes que pasan por el centro de gravedad de la sección, las piezas verticales y las vigas y nervios. La modelización de los muros de carga se efectúa con elementos finitos superficiales, definidos tridimensionalmente y calculados gracias a las tensiones de membrana y a la flexión de placa.

Las solicitaciones de la estructura han sido obtenidas mediante el programa informático “Architrave”, programa de elementos finitos.

Las cargas de carácter superficial se introducen en el programa mediante áreas de reparto y clasificadas por hipotesis. El programa distribuye automáticamente la acción de estas cargas sobre los nodos correspondientes.

Obtenidas las solicitaciones mediante el programa informático, se procede a la comprobación a resistencia y deformaciones de los elementos estructurales más significativos del proyecto y al estudio del comportamiento global del edificio.

planta baja



4.2. ELEMENTOS ESCOGIDOS

Debido a que se trata de una rehabilitación de un edificio, cuyas cargas actuales desconocemos, no es posible realizar los cálculos estructurales de todo el edificio. Por ello se ha optado por calcular el volumen del norte de la bodega, el cual es estructuralmente independiente del resto y de nueva construcción.

Dentro de la estructura se escogen varios elementos a representar en la memoria. En primer lugar se escogen las vigas previa a la entrada de las conferencias y la correspondiente en la cubierta para comprobarlas por números gordos, debido a que son las más desfavorables.

Para los diagramas se eligen los pilares metálicos de planta sótano, el pilar exento en la zona de administración de planta baja y una viga tipo de la cubierta

planta cubierta





4.3 CÁLCULO DE VIGAS MÁS DESFAVORABLES POR EL MÉTODO DE NÚMEROS GORDOS

Los cálulos que siguen han sido realizados siguiendo los paso del libro “Numeros Gordos” y se han hecho utiliazando las cargas en Toneladas según marcan las fórmulas.

Viga planta baja

tramo más desfavorable | Longitud máxima de la viga= 9,40 m

sección= 45 x 70 cm

carga total prevista q<sub>k</sub>=11,75 kn = 1,175 T

área de reparto= 2 m

q = 1,175 · 2 = 2,35 T / m

Momento de cálculo M<sub>d</sub>

M<sub>d</sub> = 1,6· q · l<sup>2</sup> / 8= 1,6 · 2,35 · 9,4<sup>2</sup> / 8= 41,53 T ·m

armadura

A<sub>s</sub>=1000· Md / 0,8· h ·f<sub>yd</sub>= 1000· 41,53 / 0,8 · 0,7 · 434,78 = 170,57 cm²

flecha

Si la esbeltez (L / d) cumple la siguiente condición no es necesario calcular la

flecha

viga biapoyada L < 14

9,4 / 0,7 = 13,4 < 14 | No es necesario comprobar la viga a deformación

Viga planta cubiertas

tramo más desfavorable | Longitud máxima de la viga= 11,8 m

sección= 45 x 70 cm

carga total prevista q<sub>k</sub>=7,3 kn = 0,73 T

área de reparto= 2 m

q = 0,73 · 2 = 1,46 T / m

Momento de cálculo M<sub>d</sub>

M<sub>d</sub> = 1,6· q · l<sup>2</sup> / 8= 1,6 · 1,46 · 11,8<sup>2</sup> / 10 = 32,52 T ·m

armadura

A<sub>s</sub>=1000· Md / 0,8· h ·f<sub>yd</sub>= 1000· 32,52 / 0,8 · 0,7 · 434,78 = 133,56 cm² flecha

Si la esbeltez (L / d) cumple la siguiente condición no es necesario calcular la flecha

primera luz de vigas continuas L < 13

11,8 / 0,65 = 16,85 > 14 | es necesario comprobar la viga a deformación

flecha

flecha instantánea (f<sub>inst</sub>)

f = 0,5 F | extremo viga continua

I = 0,4 (bh<sup>3</sup> / 12 ) = 0,4 (45 · 70<sup>3</sup> / 12 ) = 514500 cm<sup>4</sup>= 0,005145

F= 5ql<sup>4</sup> / 384 E· l=10<sup>7</sup> · 5·1,46 ·11,8<sup>4</sup> / 384 · 285767 · 514500= 0,025 m

f = 0,5 F = 0,5 · 0,025 =0,0125 m

flecha diferida (f<sub>dif</sub>)

f<sub>dif</sub> = 1,5 f<sub>inst</sub>

flecha total (f<sub>tot</sub>)

f<sub>tot</sub>= f<sub>inst</sub> + f<sub>dif</sub> = 2,5 · f<sub>inst</sub>=0,03125

flecha activa (f<sub>act</sub>)

f<sub>act</sub> = f<sub>tot</sub> - f<sub>pp</sub> = 0,03125-0,0098 =0,021

F= 5ql<sup>4</sup> / 384 E· l=10<sup>7</sup> · 5·1,15 ·11,8<sup>4</sup> / 384 · 285767 · 514500= 0,019 m

f = 0,5 F =0,0098 m

Limitaciones a las flechas

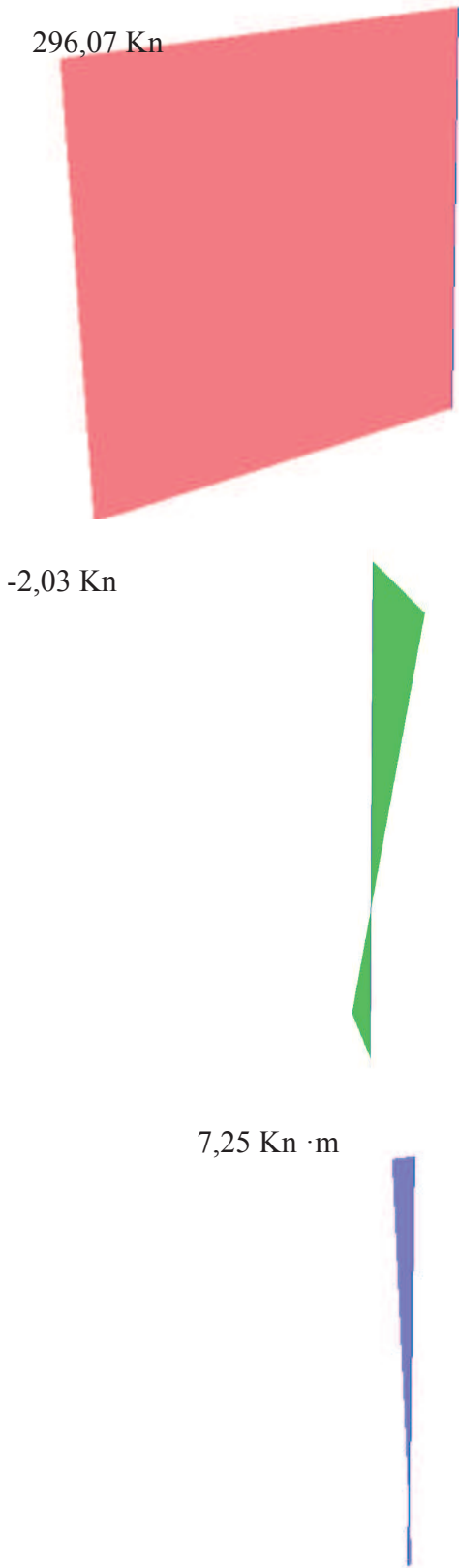
f<sub>tot</sub> ≤ L / 250 0,03125 ≤ 0,0472

f<sub>act</sub> ≤ L / 400 0,0021 ≤ 0,0295

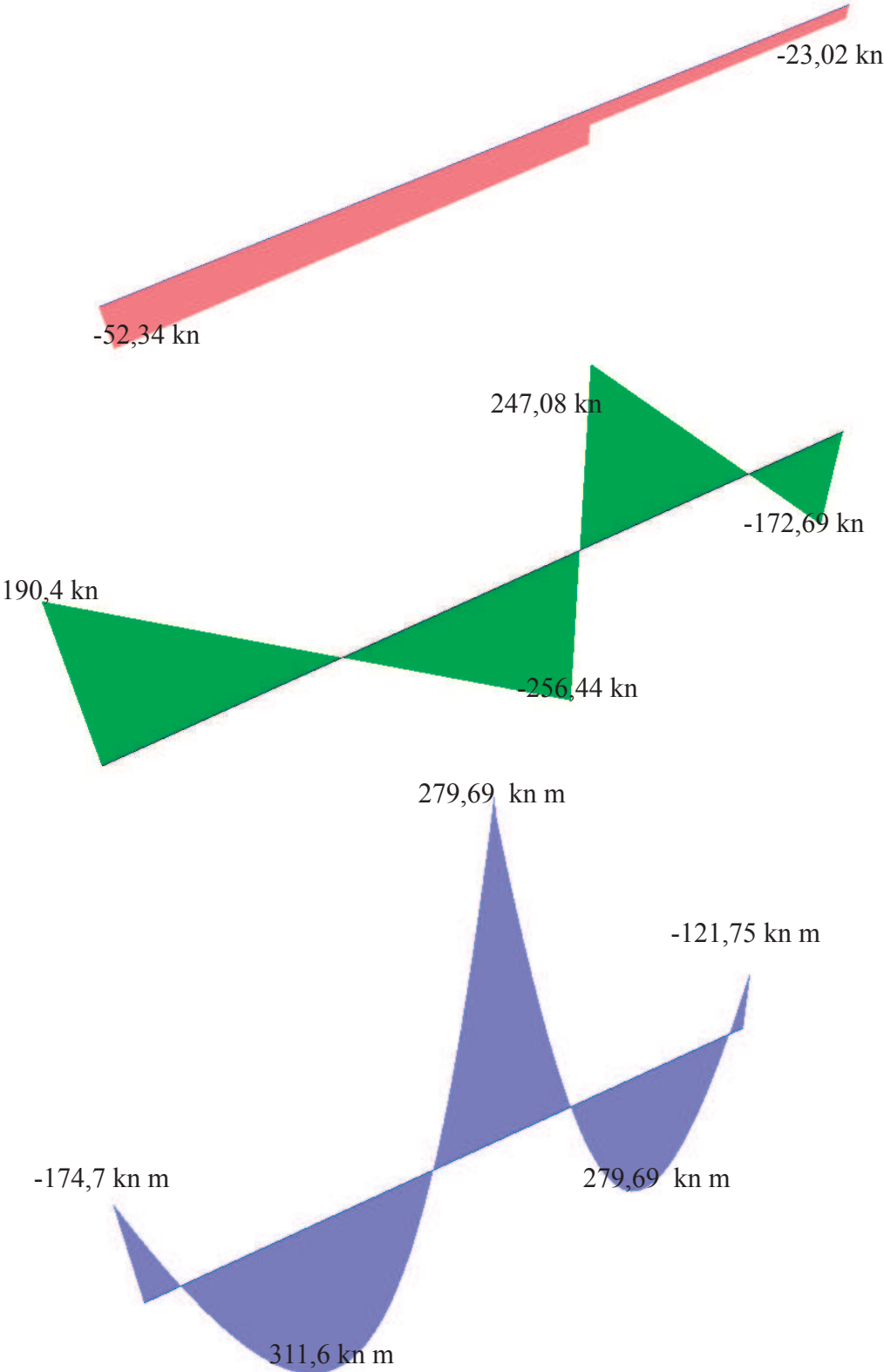
Cumple

DIAGRAMAS DE ESFUERZOS (ELU)

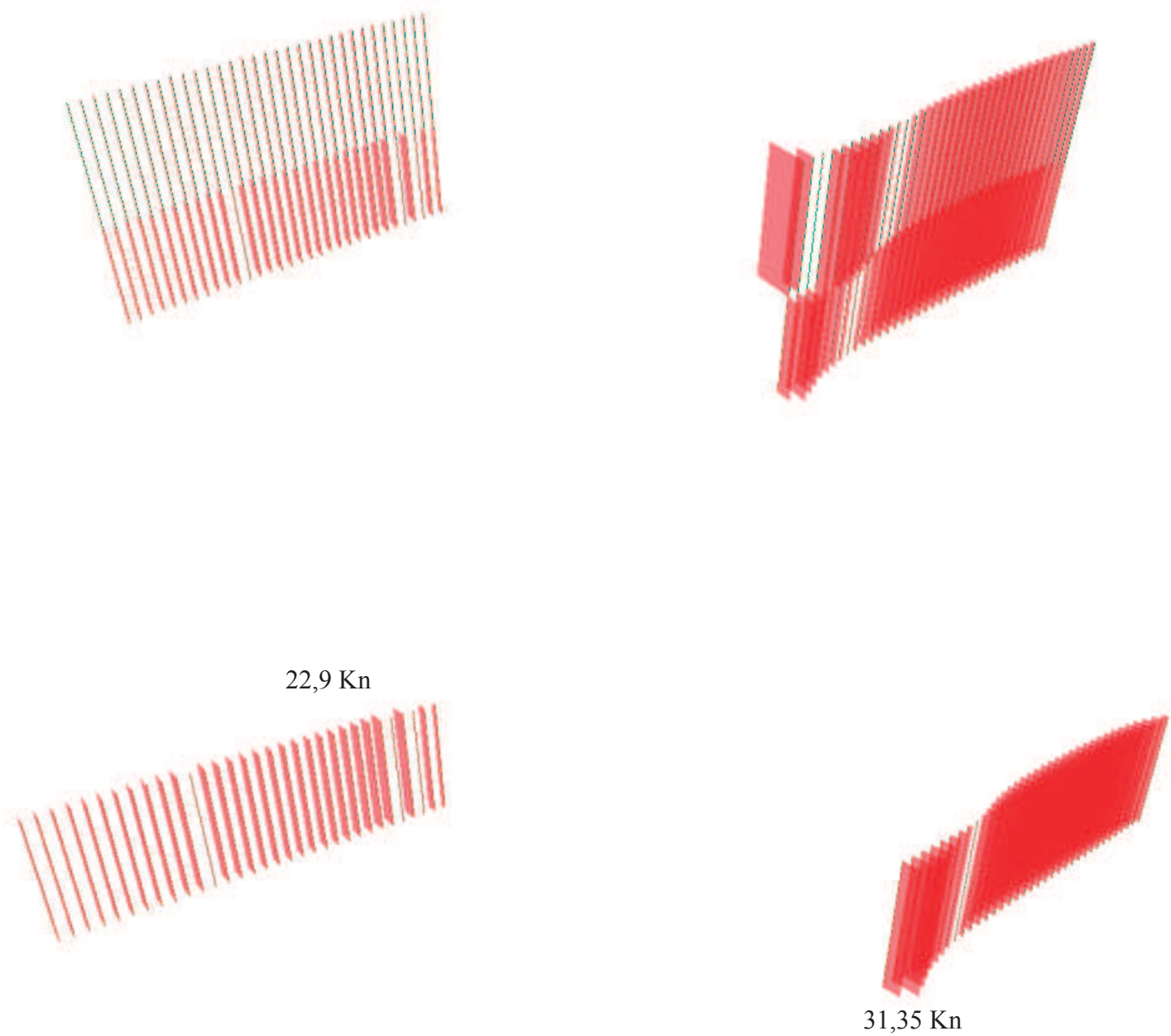
Pilar exento planta superior



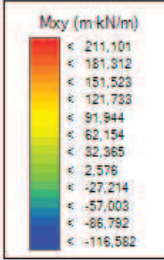
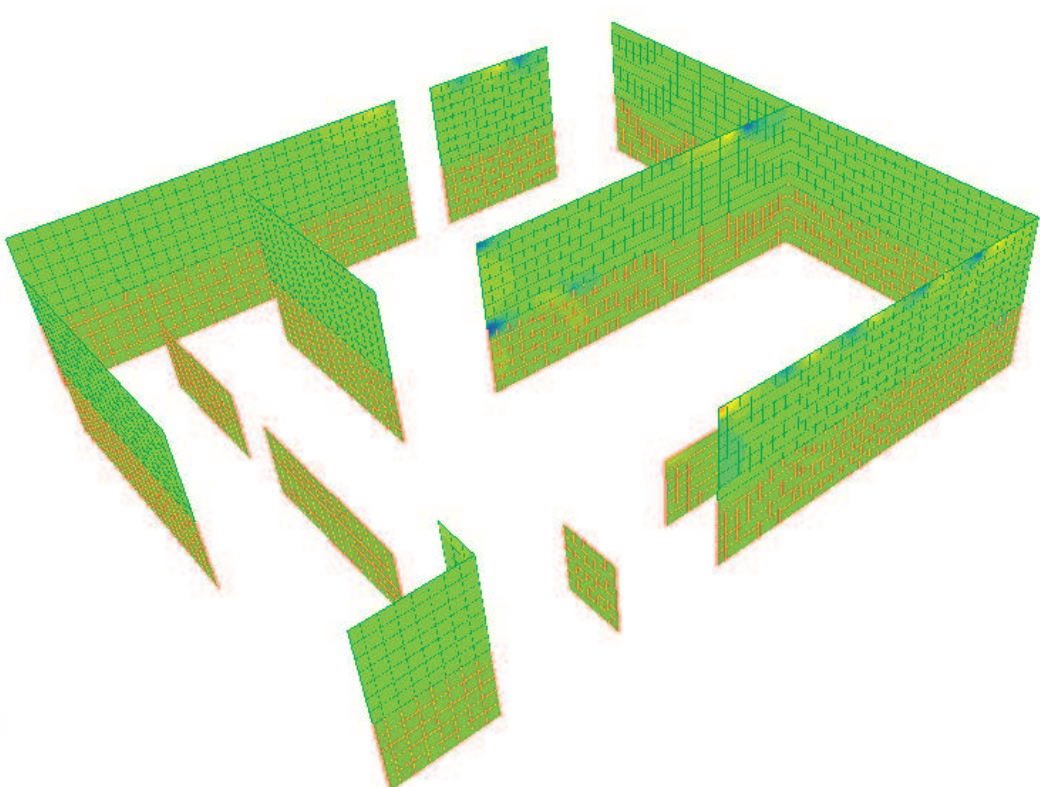
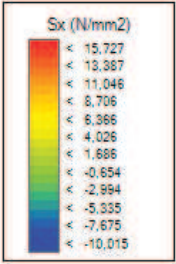
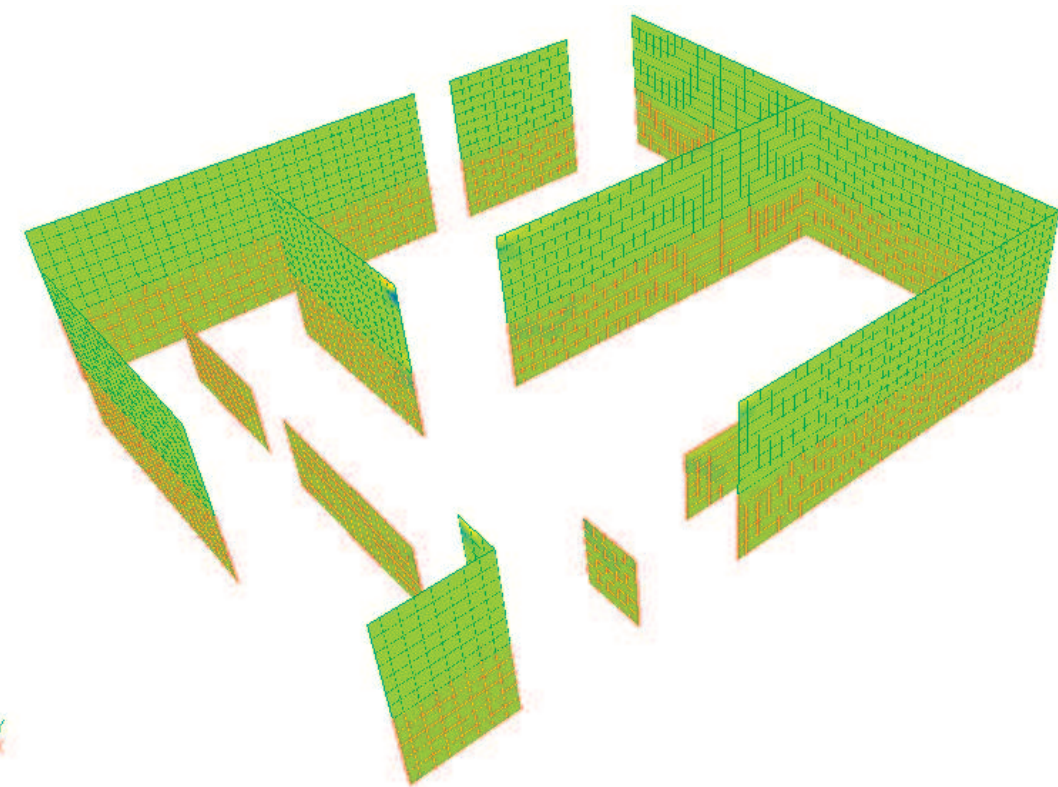
Viga tipo forjado de cubierta



Pilares metálicos de la sala de máquinas:



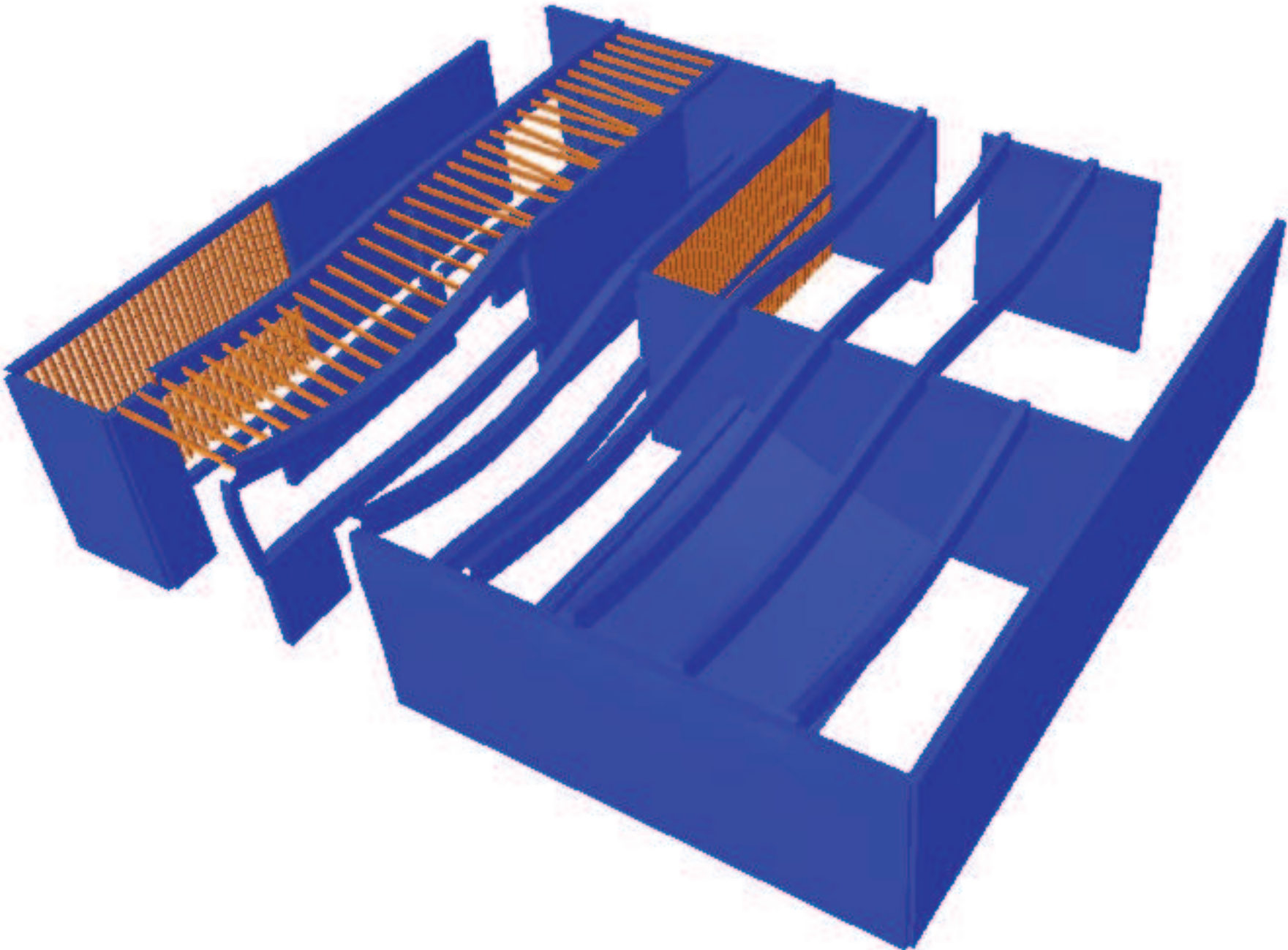
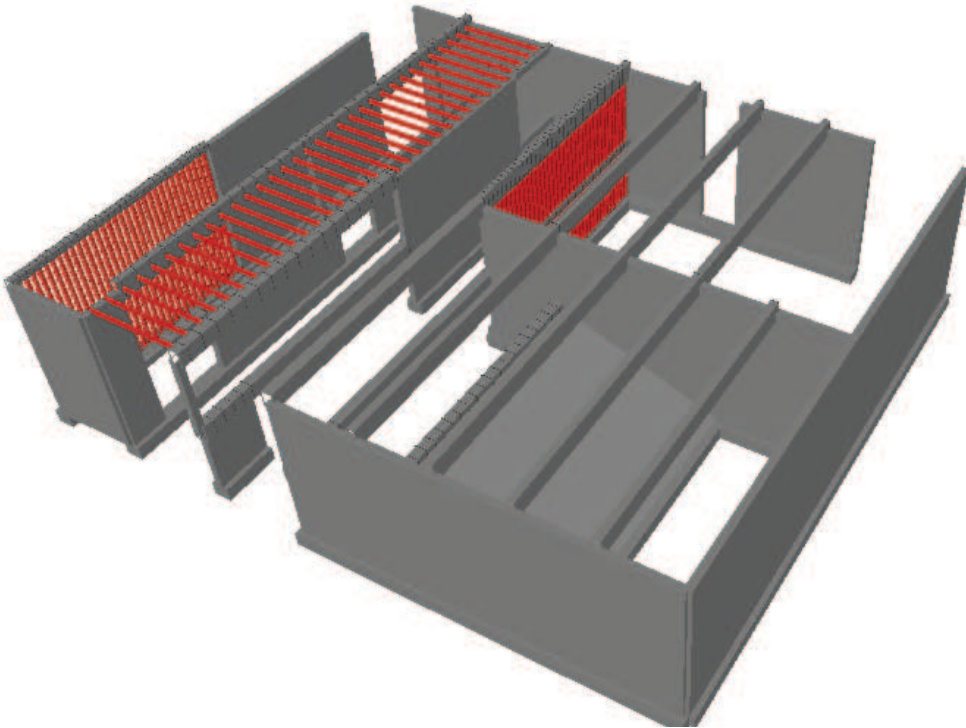
Muros de hormigón:





5. DEFORMADA COMPLETA DE LA ESTRUCTURA

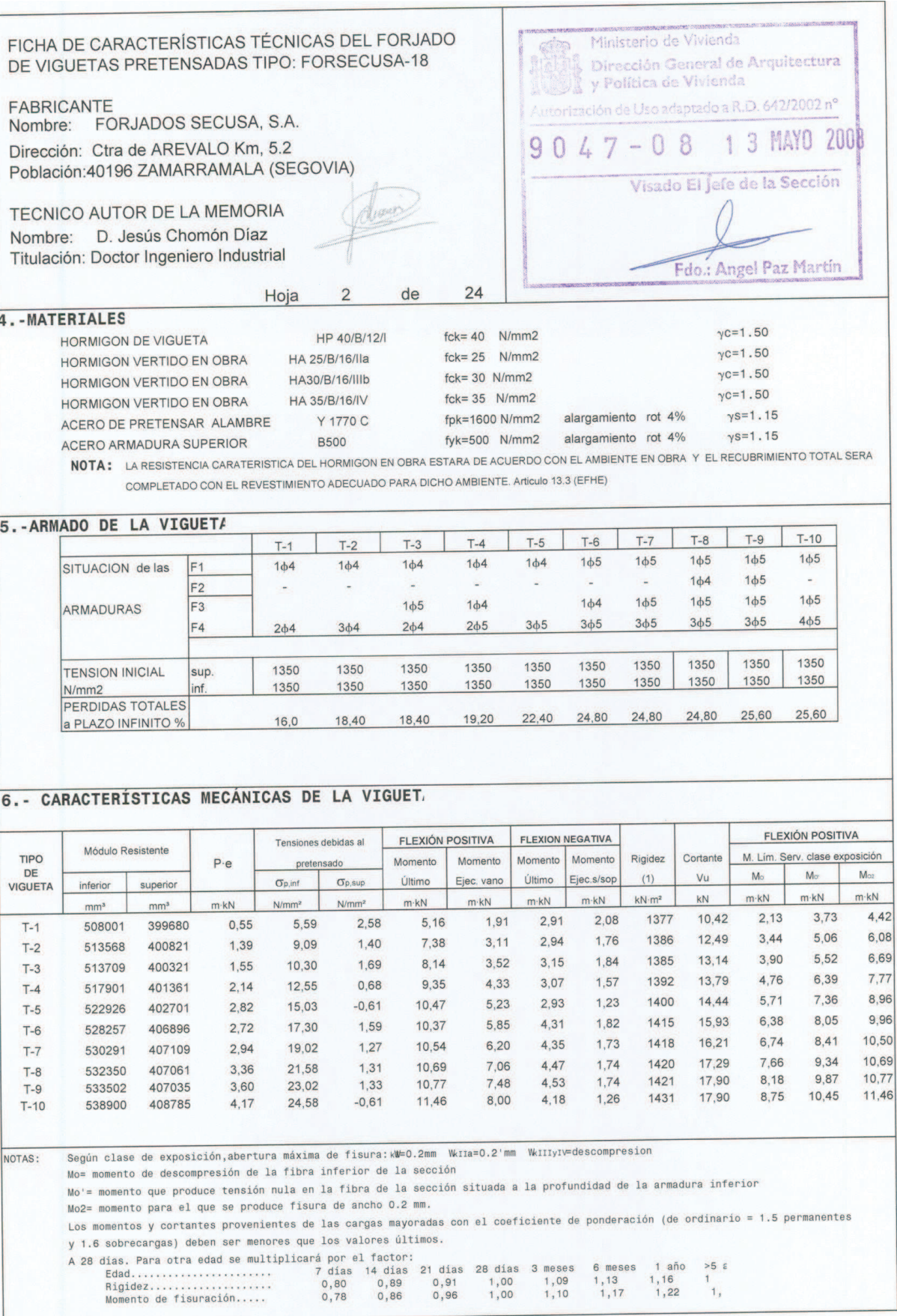
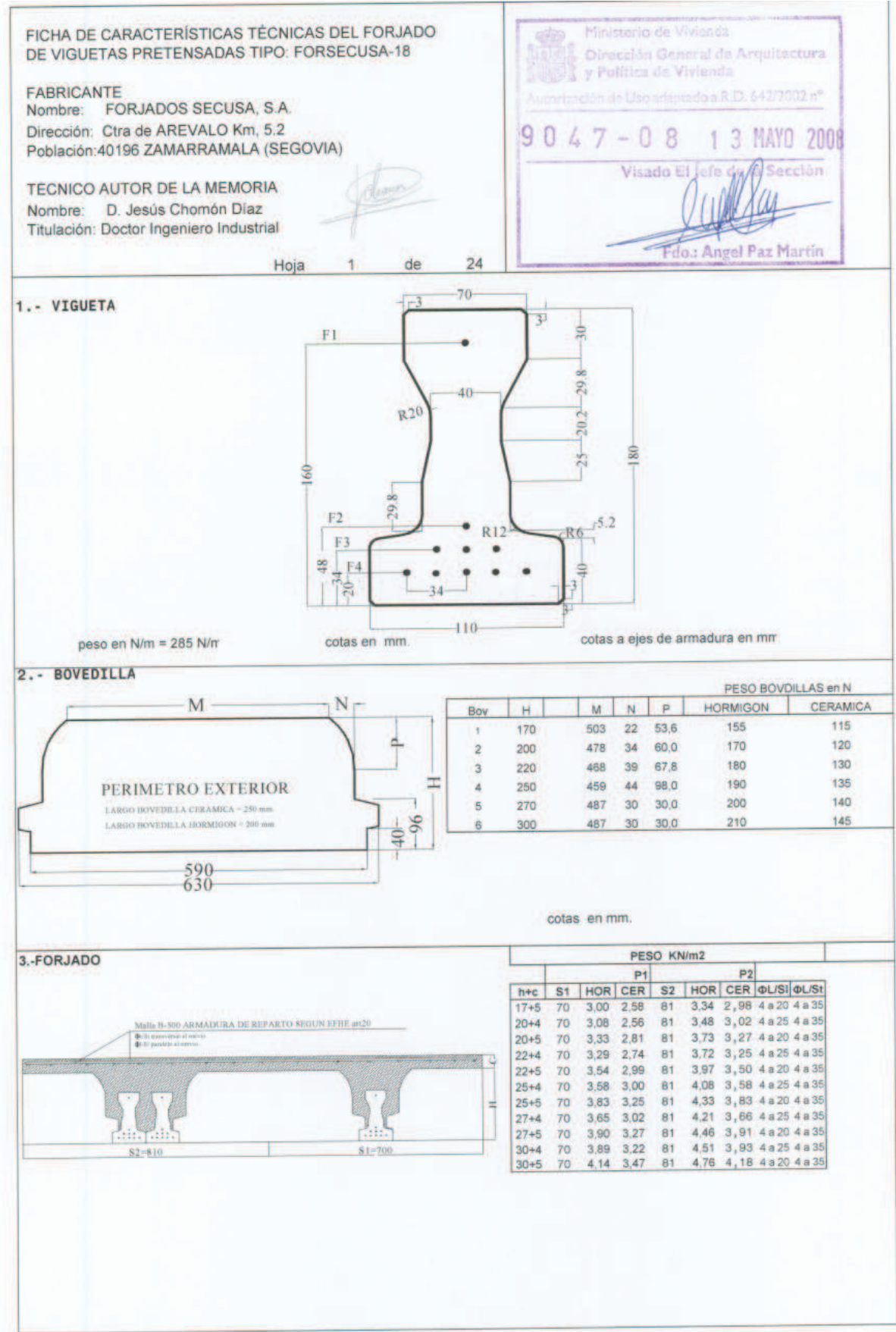
Modelo extraído del programa de cálculo Architrave





6. FICHAS TÉCNICAS

Vigueta pretensada de hormigón armado 25 +5





FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EFHE DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS TIPO: FORSCUSA-18

FABRICANTE  
Nombre: FORJADOS SECUSA, S.A

Dirección: Ctra de AREVALO Km, 5.2  
Población: 40196 ZAMARRAMALA (SEGOVIA)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA  
Nombre: D. Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

Ministerio de Vivienda  
Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda  
Autorización de Uso adaptado a R.D. 642/2002 nº

9047-0813 MAYO 2008

Visado El Jefe de la Sección

Fdo.: Angel Paz Martín

Hoja13de24

Flexión positiva			Esfuerzo por bandas de 1 metro			Flexión positiva							
TIPO DE FORJADO	TIPO DE VIGUETA	MÓDULO RESISTENTE Wb,inf (mm3/m)	β***	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	RIGIDEZ (m2·kN/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			CORTANTE			RASANTE Vu(KN/m)
					HOMOG E-Ih	FISURADA E-Ifis	Mo	Mo'	Mo2	Vu (kN/m) (1)	Vu (kN/m) (2)	Vu (kN/m) (3)	
25 + 4 / 70	T-1	1580318	9,00	16,54	15247	4333	9,52	16,54	16,54	16,76	16,38	32,76	39,87
	T-2	1594837	9,00	23,13	15361	5083	13,45	20,64	23,13	19,02	16,38	32,76	41,96
	T-3	1599871	9,00	26,27	15398	5466	15,32	22,53	25,79	20,21	16,38	32,76	41,87
	T-4	1609160	9,00	30,14	15471	5824	17,74	24,99	28,74	21,15	16,38	32,76	42,84
	T-5	1619327	9,00	34,15	15551	6158	20,28	27,57	31,83	21,64	16,38	32,76	43,81
	T-6	1632426	9,00	41,92	15649	6977	23,96	31,32	36,58	22,76	16,38	32,76	42,47
	T-7	1639450	9,00	45,33	15703	7238	24,99	32,37	38,08	22,97	16,38	32,76	42,71
	T-8	1650069	9,00	51,01	15782	7663	28,28	35,72	42,16	23,77	16,38	32,76	42,76
	T-9	1656038	9,00	54,18	15826	7882	30,14	37,60	44,46	24,23	16,38	32,76	42,79
	T-10	1662085	9,00	55,28	15877	7882	30,90	38,39	45,38	24,23	16,38	32,76	43,62
25 + 4 / 81	2T-1	3310081	8,56	28,33	23677	7395	14,68	27,57	28,33	31,89	35,78	71,56	97,64
	2T-2	3323099	8,56	39,53	23747	8630	20,88	33,83	38,78	35,83	35,78	71,56	102,74
	2T-3	3327221	8,56	44,82	23767	9251	23,76	36,72	42,37	37,86	35,78	71,56	102,53
	2T-4	3335693	8,56	51,36	23813	9826	27,59	40,59	47,07	39,78	35,78	71,56	104,90
	2T-5	3345061	8,56	58,12	23864	10357	31,63	44,66	52,02	41,61	35,78	71,56	107,28
	2T-6	3356150	8,56	71,00	23921	11633	37,17	50,24	59,34	44,18	35,78	71,56	104,00
	2T-7	3362311	8,56	76,66	23953	12030	38,77	51,87	61,72	44,45	35,78	71,56	104,57
	2T-8	3371382	8,56	86,01	23998	12664	43,86	56,99	68,12	45,47	35,78	71,56	104,71
	2T-9	3376482	8,56	91,22	24024	12985	46,73	59,88	71,73	46,04	35,78	71,56	104,78
	2T-10	3382622	8,56	93,10	24061	12985	48,03	61,20	73,28	46,04	35,78	71,56	106,82

Según clase de exposición,abertura máxima de fisura: Wki=0.2mm WkIia=0.2'mm WkIIIiV=descompresion

Mo= momento de descompresión de la fibra inferior de la sección

Mo'= momento que produce tensión nula en la fibra de la sección situada a la profundidad de la armadura inferior

Mo2= momento para el que se produce fisura de ancho 0.2 mm.

\*\*\* β= (Ib)forjado / (Ib)vigueta

.(1) Vu corresponde a la formulación según EHE sin armadura transversal

.(2) Vu corresponde a la formulación según EFHE sin armadura transversal

.(3) Vu corresponde a la formulación según EFHE sin armadura transversal y con justificación (Anejo 5)

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con el coeficiente de ponderación (de ordinario = 1.5 permanentes y 1.6 sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos.

NOTA: (4) A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad.....7 días14 días21 días28 días3 meses6 meses1 año>5 años

Rigidez.....0,800,890,911,001,091,131,161,20

Momento de fisuración.....0,780,860,961,001,101,171,221,27

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN EFHE DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS TIPO: FORSCUSA-18

FABRICANTE  
Nombre: FORJADOS SECUSA, S.A

Dirección: Ctra de AREVALO Km, 5.2  
Población: 40196 ZAMARRAMALA (SEGOVIA)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA  
Nombre: D. Jesús Chomón Díaz  
Titulación: Doctor Ingeniero Industrial

Ministerio de Vivienda  
Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda  
Autorización de Uso adaptado a R.D. 642/2002 nº

9047-0813 MAYO 2008

Visado El Jefe de la Sección

Fdo.: Angel Paz Martín

Hoja14de24

Flexión negativa			Esfuerzo por bandas de 1 metro			Flexión negativa						
TIPO DE FORJADO	TIPO DE ARMADO	ARMADO POR NERVIO	ÁREA NERVIO (cm2)	Mu (m·kN/m)		Mfis (m kN/m)	RIGIDEZ (mm2·N/m)		M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			
				SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA		BRUTA E-Ib	FISURADA E-Ifis	I	IIa-IIb	IIIa-IV	IIIC
25 + 4 / 70	N-01	1 Ø 8	0,50	8,36	8,46	21,20	13805	959	8,36	8,36	8,36	8,36
	N-02	1 Ø 10	0,79	12,85	13,09	21,30	13830	1401	12,85	12,85	12,85	12,70
	N-03	2 Ø 8	1,01	16,28	16,77	21,37	13850	1706	16,28	15,42	14,30	13,24
	N-04	1 Ø 12	1,13	18,20	18,92	21,41	13861	1868	15,57	14,68	13,84	13,04
	N-05	1 Ø 8 + 1 Ø 10	1,29	20,52	21,67	21,47	13875	2043	17,67	16,18	14,79	13,50
	N-06	2 Ø 10	1,57	24,67	26,24	21,56	13900	2301	20,27	18,02	15,95	14,05
	N-07	1 Ø 10 + 1 Ø 12	1,92	29,41	32,00	21,68	13930	2431	21,69	19,04	16,59	14,38
	N-08	2 Ø 12	2,26	33,65	37,72	21,79	13960	2545	25,30	21,58	18,16	15,11
	N-09	1 Ø 10 + 1 Ø 16	2,80	39,17	46,40	21,97	14007	2718	26,40	22,38	18,69	15,40
	N-10	1 Ø 12 + 1 Ø 16	3,14	40,77	52,04	22,09	14036	3026	29,93	24,88	20,22	16,10
	N-11	3 Ø 12	3,39	41,25	56,18	22,17	14057	3164	40,22	32,17	24,65	18,02
	N-12	2 Ø 16	4,02	42,33	66,45	22,38	14110	2785	40,19	32,19	24,71	18,11
	N-13	4 Ø 12	4,52	43,06	74,29	22,55	14152	2947	43,06	43,06	32,86	21,62
	N-14	2 Ø 16 + 1 Ø 12	5,15	43,84	84,36	22,76	14203	3133	43,84	43,16	31,54	21,13
	N-15	3 Ø 16	6,03	44,72	97,98	23,05	14274	3365	44,72	44,72	37,49	23,76
	N-16	4 Ø 16	8,04	46,15	128,42	23,70	14431	3812	46,15	46,15	46,15	32,10
25 + 4 / 81	2N-01	1 Ø 8	1,01	14,46	14,63	26,19	22794	1657	14,46	14,46	14,46	14,46
	2N-02	1 Ø 10	1,57	22,21	22,89	26,39	22883	2422	20,53	19,05	17,65	16,35
	2N-03	2 Ø 8	2,01	28,14	28,97	26,54	22951	2949	26,81	23,49	20,42	17,66
	2N-04	1 Ø 12	2,26	31,46	32,60	26,62	22990	3228	23,84	21,42	19,18	17,12
	2N-05	1 Ø 8 + 1 Ø 10	2,58	35,47	37,12	26,73	23039	3532	29,38	25,32	21,58	18,23
	2N-06	2 Ø 10	3,14	42,64	45,21	26,93	23125	4003	35,94	29,94	24,41	19,53
	2N-07	1 Ø 10 + 1 Ø 12	3,83	51,04	55,00	27,16	23230	4471	39,20	32,28	25,88	20,24
	2N-08	2 Ø 12	4,52	58,82	64,69	27,40	23334	4791	47,75	38,37	29,62	21,91
	2N-09	1 Ø 10 + 1 Ø 16	5,59	69,96	79,19	27,77	23493	5239	49,35	39,57	30,44	22,38
	2N-10	1 Ø 12 + 1 Ø 16	6,28	76,48	88,64	28,00	23595	5388	57,32	45,31	33,99	23,96
	2N-11	3 Ø 12	6,79	80,92	95,44	28,17	23668	5791	80,92	66,40	47,18	29,63
	2N-12	2 Ø 16	8,04	89,45	111,96	28,60	23849	6389	79,55	61,50	44,17	28,48
	2N-13	4 Ø 12	9,05	91,21	125,16	28,94	23991	6859	91,21	91,21	72,69	41,14
	2N-14	2 Ø 16 + 1 Ø 12	10,30	93,16	141,10	29,37	24166	5973	93,16	93,16	68,11	39,20
	2N-15	3 Ø 16	12,06	95,39	163,25	29,96	24406	6468	95,39	95,39	84,18	46,66
	2N-16	4 Ø 16	16,08	99,11	211,23	31,31	24934	7412	99,11	99,11	99,11	71,02

Momento máximo en apoyo (nervio simple) = 48,18 m·kN/m

Momento máximo en apoyo (nervio doble) = 102,50 m·kN/m

Nervio simple con Ac < 0,52 cm2 (sólo en compresión B 500 S)

Nervio doble con Ac < 1,94 cm2 (sólo en compresión B 500 S)

Los momentos y cortantes provenientes de las cargas mayoradas con el coeficiente de ponderación, de ordinario = 1,6 (sobrecargas) deben ser menores que los valores últimos.

NOTA: (1) A 28 días. Para otra edad se multiplicará por el factor:

Edad.....7 días14 días21 días28 días3 meses6 meses1 año>5 años

Rigidez.....0,800,890,911,001,091,131,161,20

Momento de fisuración.....0,780,860,961,001,101,171,221,27

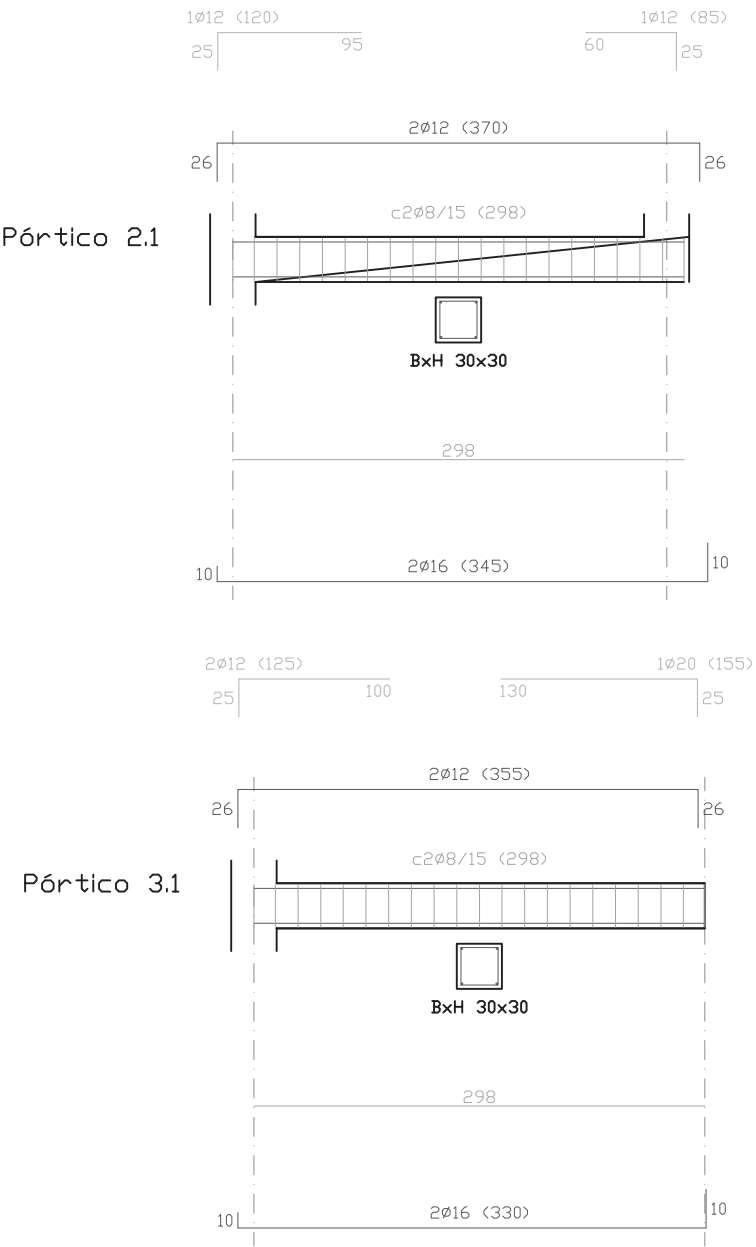
(2) Según clase de exposición: abertura Wki = 0,4 mm ; WkIia = 0,3 mm ; WkIIia = 0,2 mm ; WkIIIC = 0,1 mm



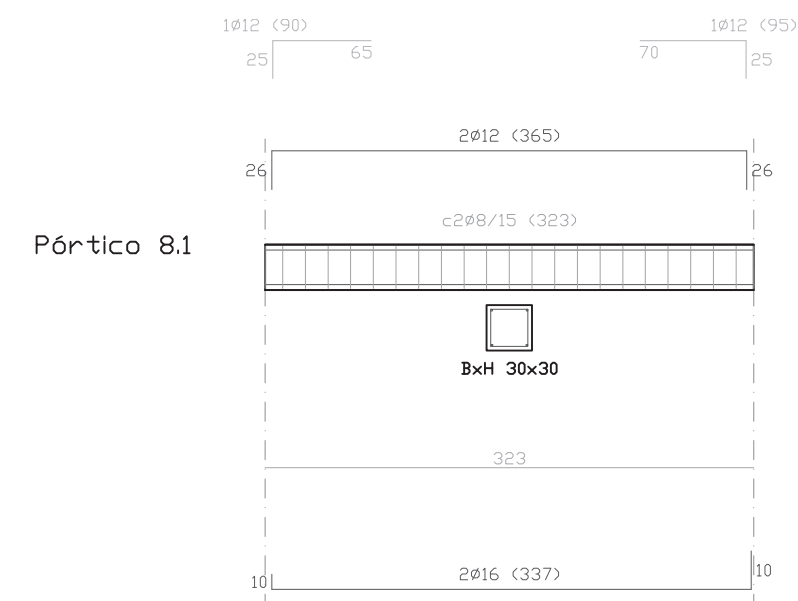
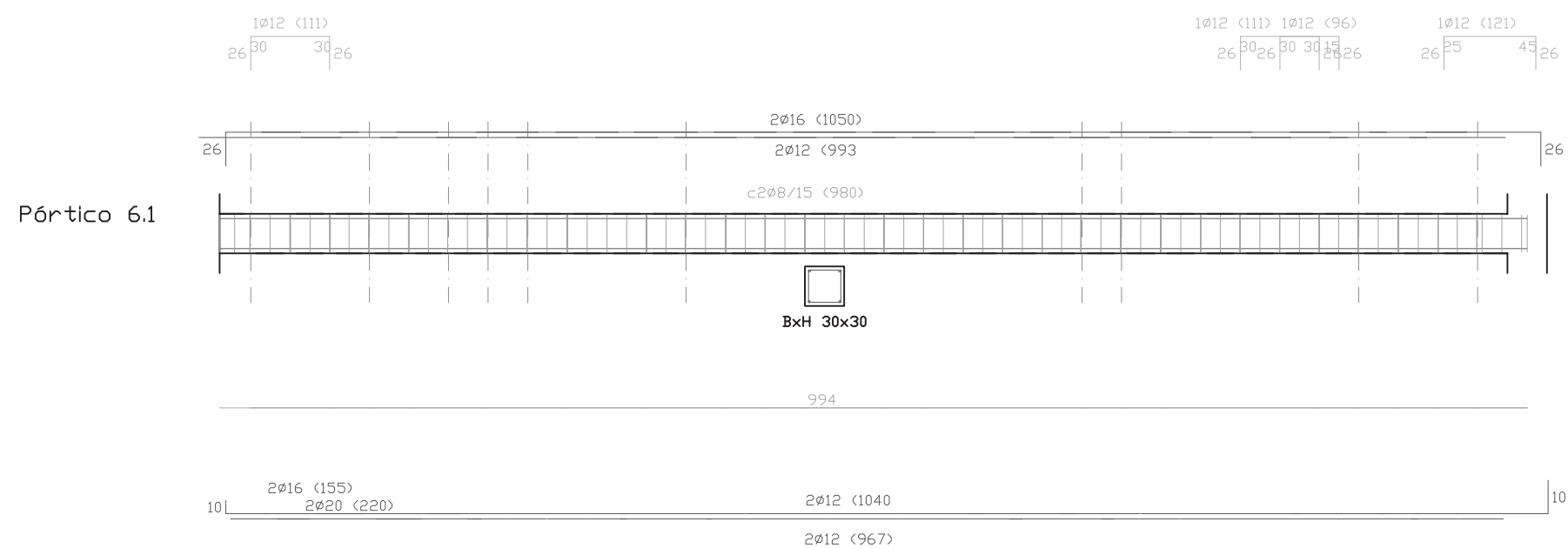
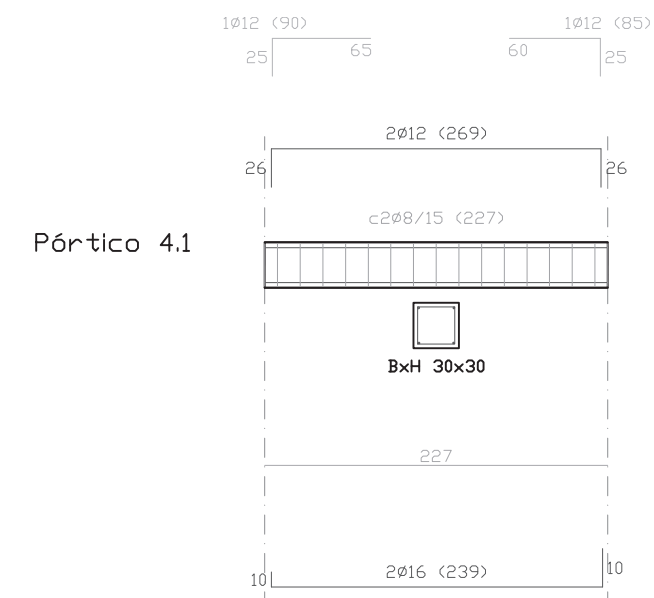
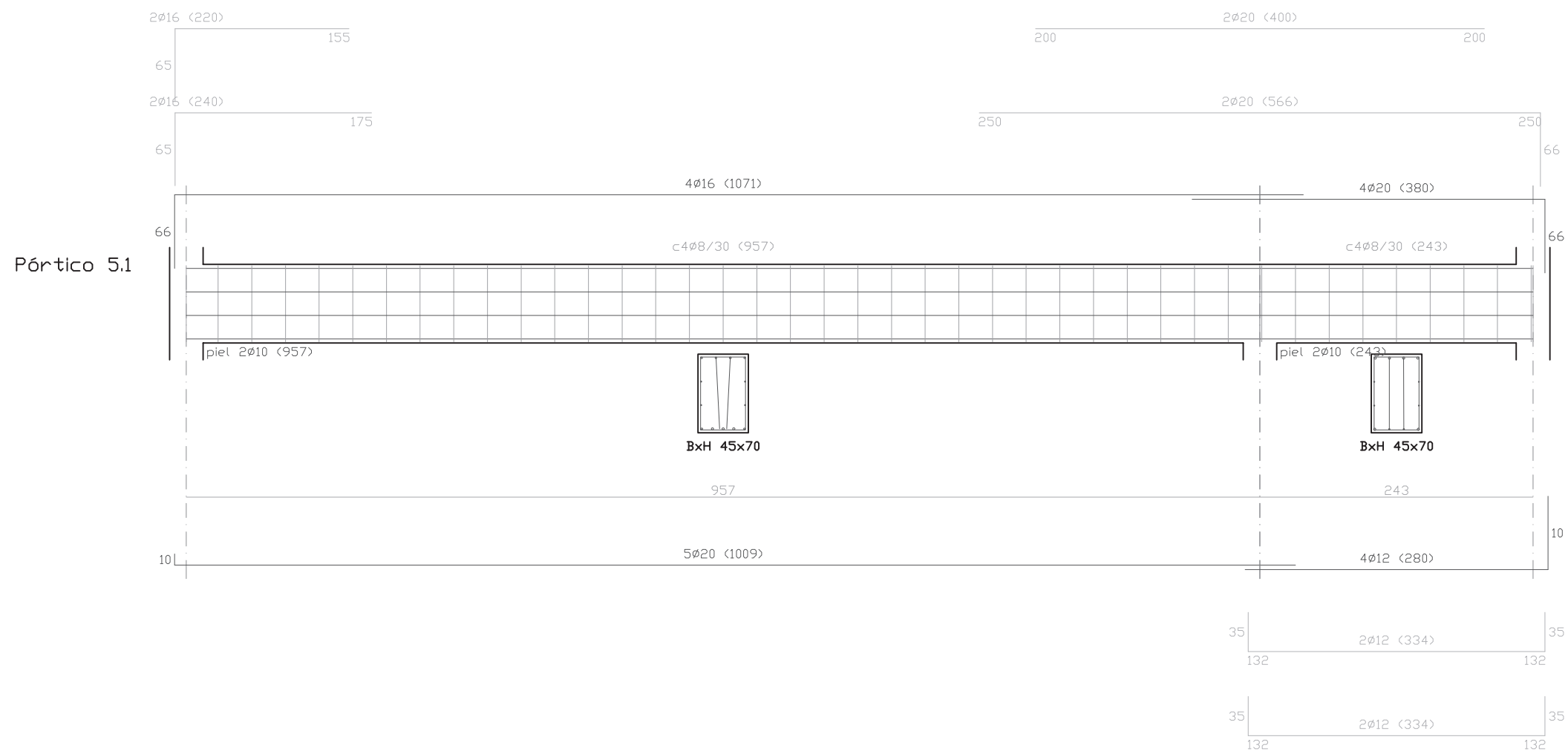
CUADRO DE PILARES

	1 al 68	69	70	71
Nivel 1. Cota 0,00	<div><div></div><div>PHRUNE1c 200x100x4.0</div></div>	<div><div></div><div>BxH 30x30 4ø12 cø8/15 L=360+30</div></div>	<div><div></div><div>BxH 30x30 4ø12 cø8/15 L=360+30</div></div>	<div><div></div><div>BxH 30x30 8ø20 cø8/15 L=360+50</div></div>
Nivel 0. Cota -2,88	<div><div></div><div>PHRUNE1c 200x100x4.0</div></div>			

VIGAS DE LOS PÓRTICOS DE PLANTA SÓTANO



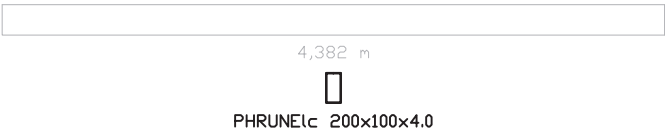




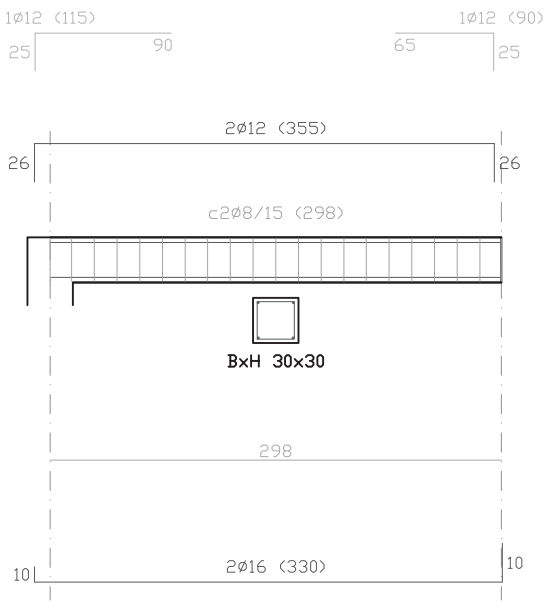
VIGAS DE LOS PÓRTICOS DE PLANTA BAJA

En el forjado de cubierta, a parte de las vigas de hormigón, se encuentran una serie de vigas metálicas que soportan el lucernario del vestíbulo principal. Como ejemplo de dichas vigas a continuación aparece el pórtico 3.2:

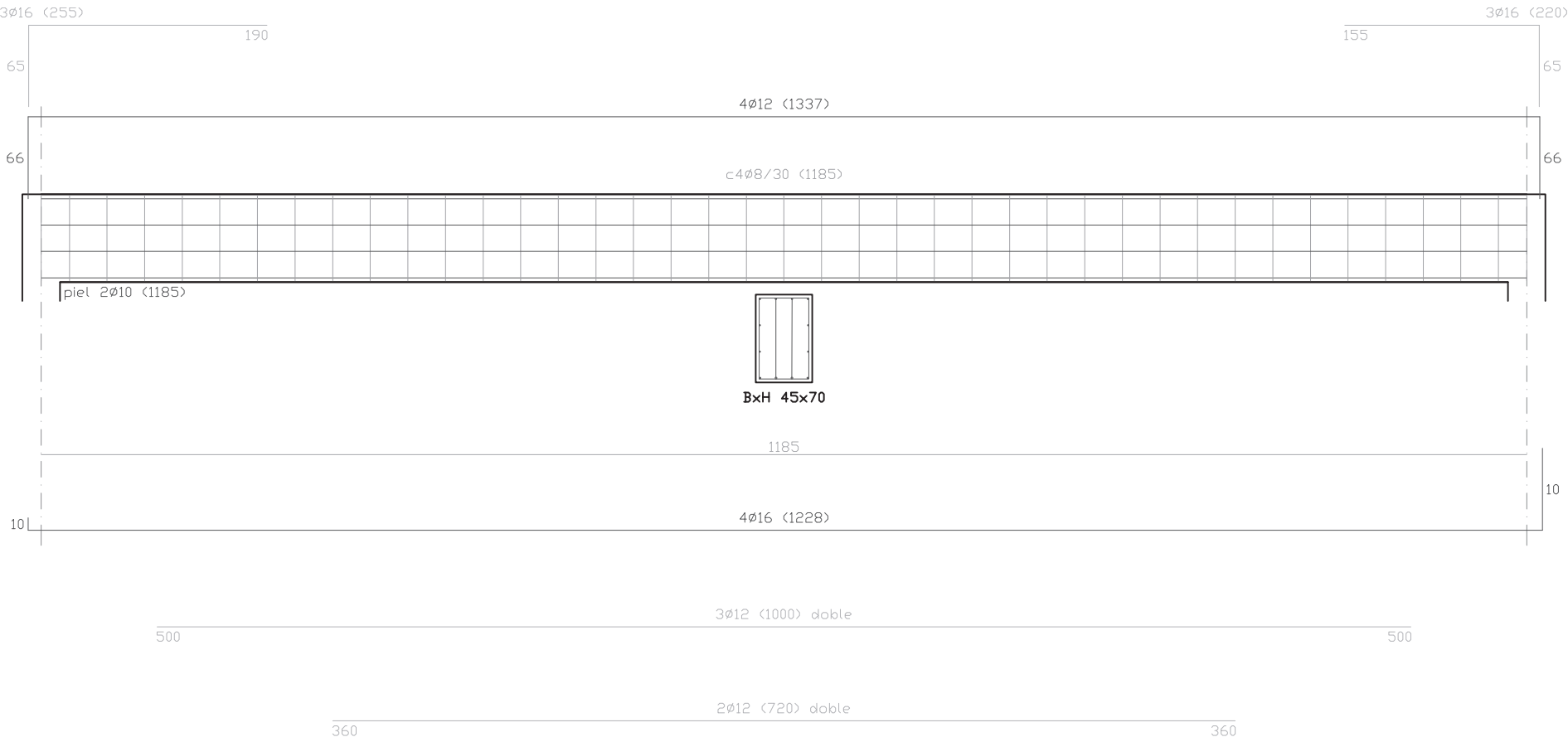
Pórtico 3.2



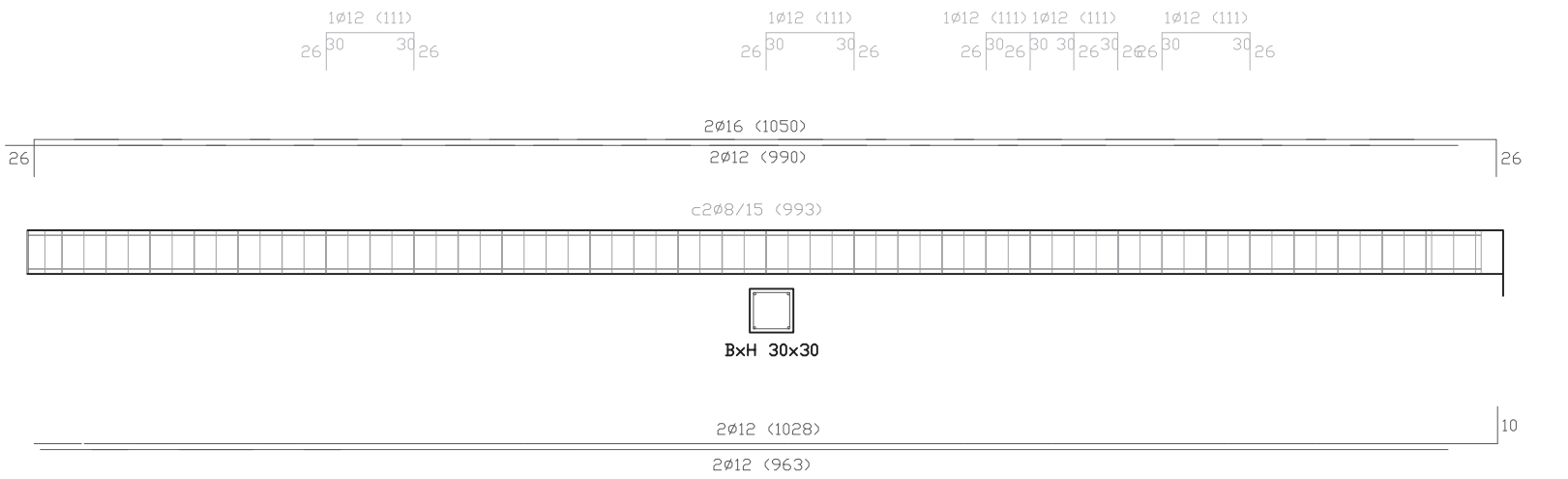
Pórtico 4.2



Pórtico 24.2



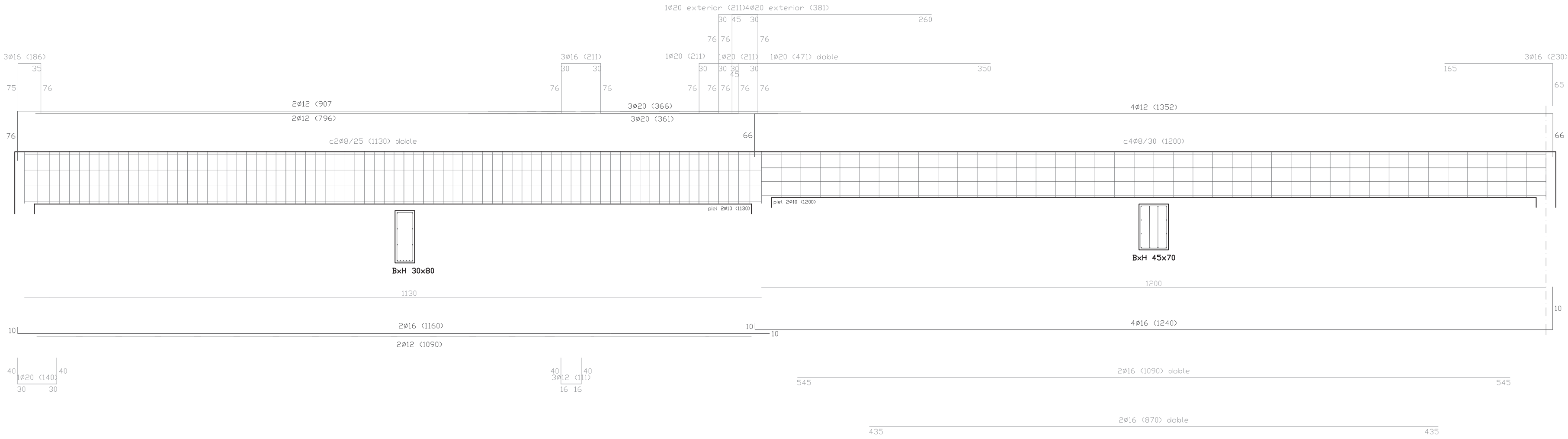
Pórtico 27.2



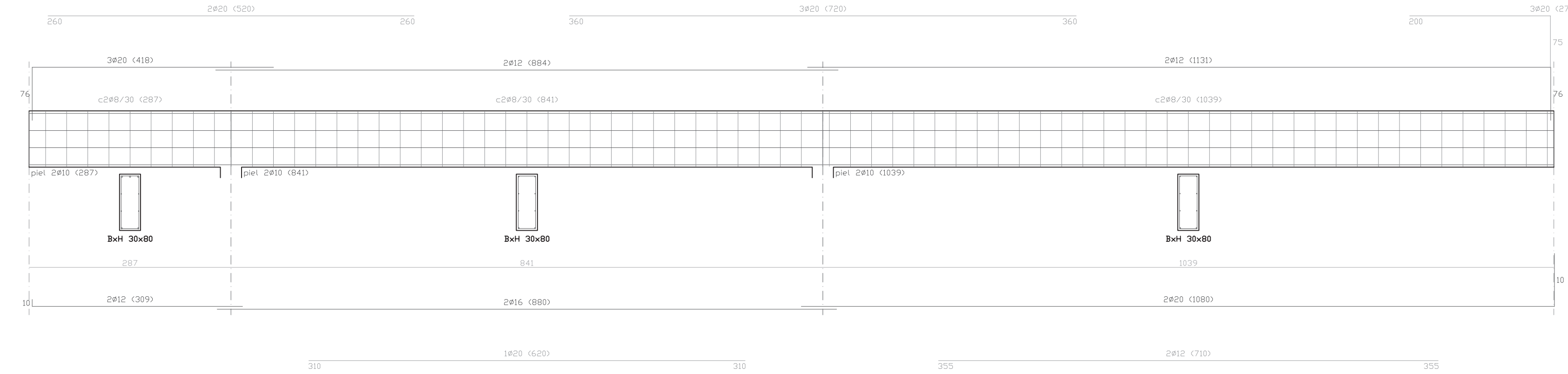
Pórtico 1.1

## Pórtico 7.1

Pórtico 1.2

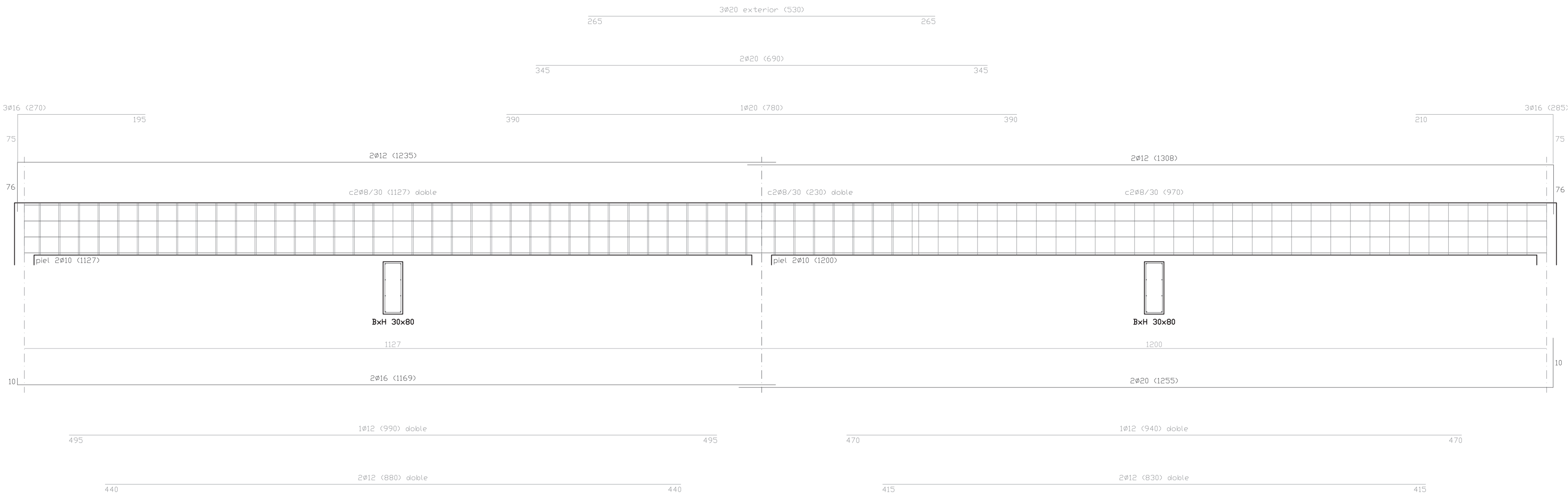


Pórtico 2.2

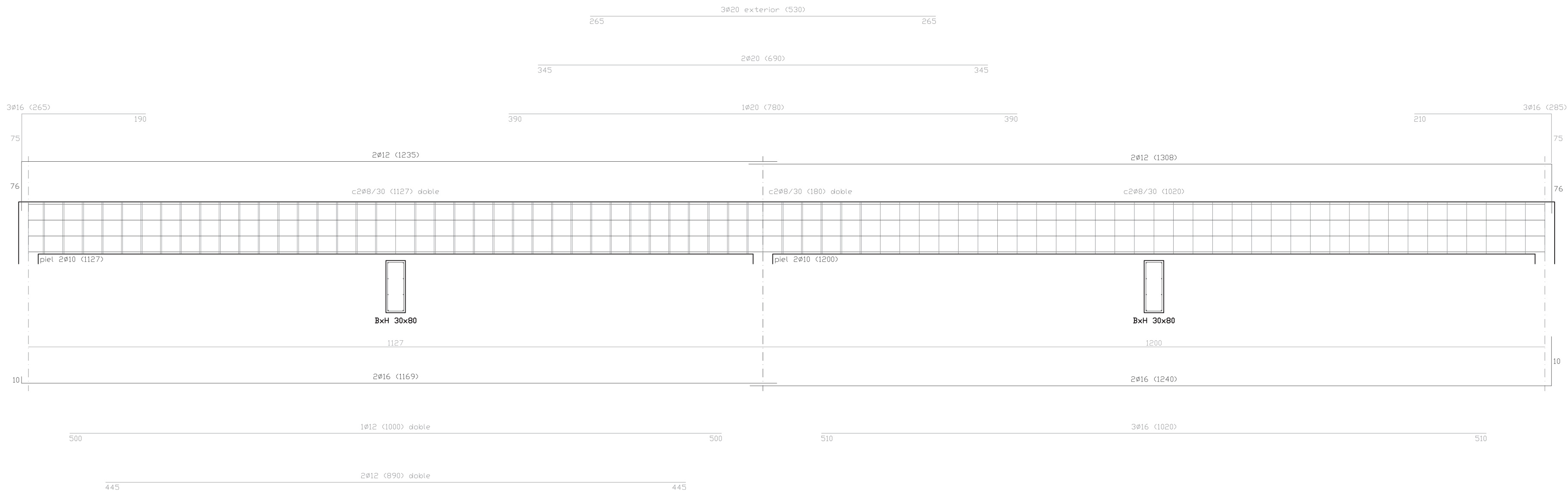




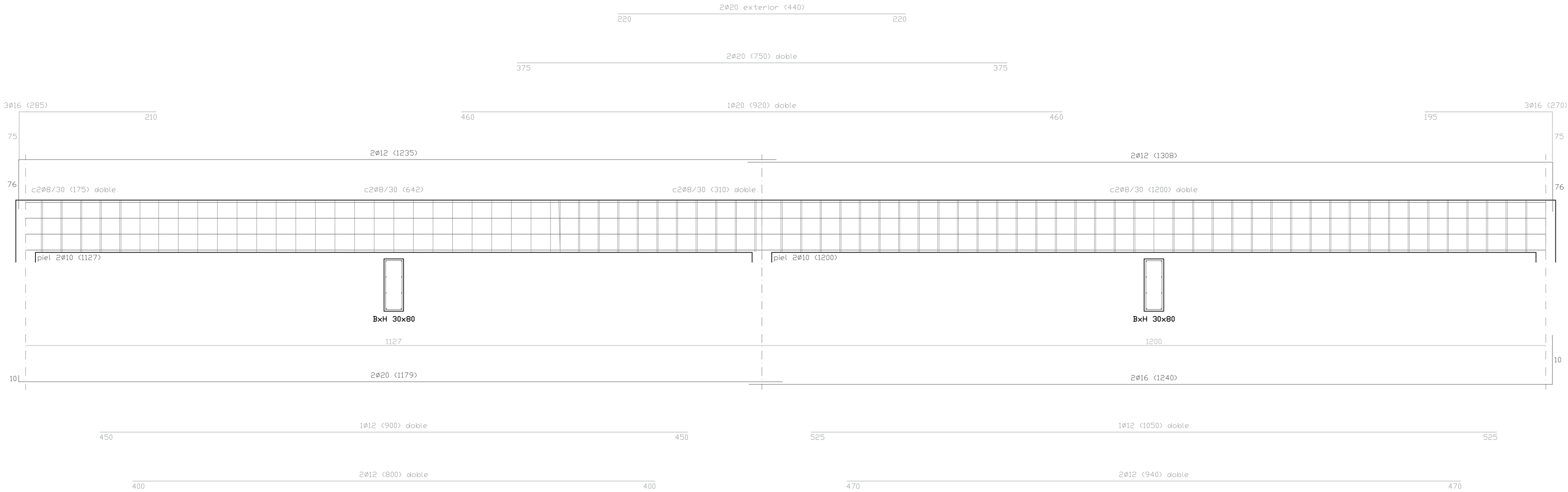
Pórtico 20.2



Pórtico 21.2



Pórtico 22.2



Pórtico 42.2

